



DOCKET NO.: 4644

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN THE MATTER OF THE APPLICATION FOR PATENT

OF: Martin RECKSIEK et al.

| ART UNIT: 3644

SERIAL NO.: 10/812,507

| CONF. NO.: 3202

FILED: March 29, 2004

FOR: ADAPTIVE FLAP AND SLAT DRIVE SYSTEM FOR AIRCRAFT

MS MISSING PARTS
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

August 23, 2004

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

I am enclosing the priority document German Patent Application **103 13 728.9** filed on **March 27, 2003**. The priority of the German filing date is claimed for the above identified U.S. patent application. Please acknowledge receipt of the priority document.

Respectfully submitted,

Martin Recksiek et al.
Applicant

By 
Walter F. Fasse
Patent Attorney
Reg. No.: 36132
Tel: 207 862 4671
Fax: 207 862 4681
P.O. Box 726
Hampden, ME 04444-0726

WFF:he/4644
Enclosures: postcard,
Priority Document

CERTIFICATE OF MAILING:

I hereby certify that this correspondence with all indicated enclosures is being deposited with the U. S. Postal Service with sufficient postage as first-class mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date indicated below.


Name: Anita Morse - Date: August 23, 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 13 728.9

Anmeldetag: 27. März 2003

Anmelder/Inhaber: Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg/DE

Bezeichnung: Klappensystem am Tragflügel eines
Starrflügel-Flugzeugs

IPC: B 64 C 13/50

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 7. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

SL

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Stremme

Klappensystem am Tragflügel eines Starrflügel-Flugzeuges

Die Erfindung bezieht sich auf ein Klappensystem am Tragflügel eines Starrflügel-Flugzeuges entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Die Fachwelt versteht unter einem Flugzeug, dessen Tragflügel starr am Flugzeugrumpf befestigt sind, i. e. S. (nur noch) den Starrflügler, dessen Vorbild man in der zivilen Luftfahrt mit dem Einsatz von modernen Verkehrsflugzeugen, beispielsweise vom Typ „Boeing“ oder „Airbus“, beobachten wird.

10

An den Tragflügelhälften dieser Verkehrsflugzeuge sind in Spannweitenrichtung mehrere Vorder- und Hinterkantenklappen (Flaps und Slats) verteilt angeordnet, die an der Flügelvorder- und – hinterkante des Tragflügels beweglich angebracht sind. Dabei handelt es sich um Einrichtungen, mit denen die

Strömungsverhältnisse am Tragflügel dermaßen beeinflusst werden, dass der Auftrieb von

Flugzeugen beim Start und bei der Landung erhöht wird. Der Fachwelt sind derartige Einrichtungen allgemein unter dem Begriff: „Auftriebshilfen“ geläufig, die auch nach „Start- oder Landehilfen“

unterschieden werden. Diese Auftriebshilfen werden im Flugzeugbau zu einem Klappensystem

zusammengefasst, das von Einrichtungen der Flugsteuerung des Flugzeuges überwacht und auf die Flugsituation bezogen geregelt wird, um beispielsweise den Start und die Landung eines Flugzeuges auf der Rollbahn (Piste) eines Flughafens störungs- und / oder fehlerfrei umzusetzen. In Abhängigkeit

der aktuellen Flugdaten des Flugzeuges, die den Einrichtungen der Flugsteuerung ständig transferiert werden, wird mit den (dem) tragflügelinstallierten Klappen(system) situationsangepasst entweder die

Wölbung des Tragflügelprofils verändert, die Flügelfläche vergrößert oder auch die Grenzschicht beeinflusst, wobei diese einzelnen Maßnahmen oft kombiniert werden.

Bekannte Klappensysteme verwenden im allgemeinen durchgehende Transmissionswellen zur

25

Leistungsübertragung zwischen zentralem Antriebsmotor und den Antriebssstationen der Flügelvorderkantenklappen (Slats) und Flügelhinterkantenklappen (Flaps). Diese Klappensysteme umfassen (im allgemeinen) einen zentralen Antrieb und einen zentralen Wellenstrang, die dem der

Fig. 1, beispielsweise für ein Landeklappensystem des Flugzeuges vom Typ: „Airbus - A340“, entsprechen. Der Wellenstrang unterliegt einer ständigen Beobachtung durch ein

30

Überwachungssystem, wobei pro Tragflügel eine wellenmechanisch gekoppelte Sicherheitsbremse mit integrierter Sensorenüberwachung angeordnet ist. Eine weitere Sicherheitsbremse mit integrierter Sensorenüberwachung ist im Zentralantrieb der Transmissionswelle integriert, wobei mit den

Sensoren abweichende Positionsunterschiede und Übergeschwindigkeiten erfasst werden. Sofern ein Bruch der Transmissionswelle auftreten sollte, bliebe nur der Teil an wellenmechanisch gekoppelten

35

Klappen steuerfähig, der mit dem Zentralantrieb verbunden ist, wobei die übrigen Klappen aerodynamisch sich nicht mehr kontrollieren lassen. Mit der Nichtkontrolle einer einzelnen Klappe wird ein Wechselspiel der aerodynamischen Lasten stattfinden, das für das Flugzeug in einer Katastrophe enden kann.

Außerdem ist ein hoher Installationsaufwand für derartige Klappensysteme erforderlich, da die an der Flügelhinter- oder -vorderkante verlegte Transmissionswelle beim Übergang vom Flügel in den Rumpf mehrfach um Ecken geführt wird.

5 Da mit der Transmissionswelle eine „Zwangssynchronisierung des Landeklappensystems erfolgt, lässt sich auch eine Synchronisation der Klappen zwischen linken und rechtem Tragflügel zur Beherrschung asymmetrischer Klappenausschläge umsetzen, wobei (wie bekannt) ein zu großer asymmetrischer Klappenausschlag des Klappensystems zu kritischen Flugzuständen führen kann, die nicht mehr beherrschbar sind.

10

Weitere Nachteile eines zentralen Antriebes mit Transmissionswellen für Klappensysteme bestehen darin, dass neben dem hohen Installationsaufwand des Klappensystems letzteres einen schlechten Wirkungsgrad aufweist. Außerdem ist eine aufwendige Auslegung des hochdynamischen Feder-Masse-Dämpfungssystems des Transmissionswellenstrangs erforderlich.

15

Daneben sind aus Redundanzgründen auch Lösungen mit zwei Wellensträngen bekannt, wobei aber die Klappen der linken und rechten Tragflügelhälfte mechanisch miteinander gekoppelt sind. Letztere Lösung entspricht dem Vorbild der Fig. 2, beispielsweise für ein Landeklappensystem des Flugzeuges vom Typ: „BOEING – B747“. Dabei werden die inneren Klappen und die äußeren Klappen mit je einem Antrieb wellenmechanisch gekoppelt und dadurch synchronisiert.

20

Außerdem ist es am Beispiel eines Flugzeuges vom Typ: „DC9“ und „DC10“ bekannt, am Tragflügel angebrachte Klappen mit Einzelantrieben zu bewegen, wobei diese Einzelantriebe hydro-mechanisch gekoppelt und aufwendig synchronisiert werden. So werden zum Bewegen pro Klappe zwei Hydraulik-Zylinder eingesetzt, wobei jeder einzelne Antrieb einem Hydrauliksystem angeschlossen ist, aufgrund dessen Erweiterungen der Funktionalitäten des Klappensystems unmöglich sind. Derartigen Klappensystemen haftet der Nachteil an, dass bei lokalem Antrieb mit Hydraulikzylinder sich nur eine einfache Klappen-Kinematik realisieren lässt. Durch die hydraulische Kopplung ist kein einzelnes Verfahren einer Klappe möglich, da alle Klappen den gleichen Drucknetzen angeschlossen sind.

25

25 Auch werden sich Fehlerfälle am Klappensystem während des Fluges kaum lokalisieren lassen, wobei eine Fehlersuche während des Bodenaufenthaltes des betroffenen Flugzeuges wahrscheinlich zeitlich aufwendig sein wird.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Verbesserung der bekannten Lösungen für das Klappensystem eines Starrflügel-Flugzeugs bereitzustellen, mit der eine Erhöhung der Verfügbarkeit der Klappenfunktionen, die von einer höheren Funktionsflexibilität des Klappensystems begleitet wird, umgesetzt wird.

5

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. In den weiteren Ansprüchen sind zweckmäßige Ausgestaltungen dieser Maßnahmen angegeben.

Dabei ist es insbesondere von Vorteil, dass ein denkbarer Wellenbruch einer Antriebswelle, mit denen 10 (über der) die Antriebe für eine Klappe wellenmechanisch gekoppelt sind, während des Fluges die Steuerungs- und Überwachungsfunktion des Klappensystems nicht wesentlich einschränken oder zu dessen Totalausfall führen wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass eine Reduzierung der dynamischen Probleme von mit langen Transmissionswellen ausgerüsteten Klappensystemen und ein 15 mit weniger Reibung der Antriebe und Klappen betriebenes Klappensystem an Tragflügeln umgesetzt wird. Gleichermaßen wird eine Reduzierung des Installationsaufwandes und eine Verbesserung der Wartbarkeit des Klappensystems erreicht werden.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 das Landeklappensystem eines Flugzeugs vom Typ: „AIRBUS A340“;
Fig. 2 das Landeklappensystem eines Flugzeugs vom Typ: „BOEING B747“;
5 Fig. 3 ein Klappensystem mit einzeln angetriebenen Hinterkantenklappen;
Fig. 4 ein Klappensystem mit Darstellung von Einzelantrieben für Hinterkantenklappen;
Fig. 5 ein Klappensystem mit Einzelantrieben für teilweise gekoppelte Vorder- und
Hinterkantenklappen;
Fig. 6 eine Darstellung wellenmechanisch verbundener und elektronisch synchroni-
10 sierter Einzelantriebe an einer von diesen mechanisch gekoppelten Klappe;
Fig. 7 eine Darstellung von elektronisch synchronisierten Einzelantrieben an einer von
diesen mechanisch gekoppelten Klappe.

15 Bereits einleitend werden Landeklappensysteme für Flugzeuge vom Typ: „Airbus A340“ und „Boeing B747“ beschrieben, die in den Figuren 1 und 2 dargestellt sind. Diese beiden Klappensysteme, die neben einem weiteren Klappensystem für ein Flugzeug vom Typ: „DC9“ und DC10“ den Stand der Technik repräsentieren, sind insofern von Interesse, da nach einem ersten bildlichen Vergleich dieser bekannten Klappensysteme mit den nachfolgenden angegebenen Ausführungsformen des beispielgemäßen Klappensystems nach den Figuren 3 bis 7 einem Fachmann die bestehenden Unterschiede deutlicher werden, die hintergründig dem weiteren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen förderlich sind.

20 Hintergründig wird erwähnt, dass die gegenwärtigen Herausforderungen im Luftverkehr, die sich beispielsweise auf die Zunahme des Luftverkehrsaufkommens, die Forderung nach Lärmreduktion und die Umsetzung einer höheren Flexibilität in den An- und Abflugbahnen eines Flugzeuges beziehen, erhöhte Anforderungen an die funktionelle Flexibilität und die Verfügbarkeit von Klappensystemen am Tragflügel 1 stellen. Die Forderungen nach höherer funktionaler Flexibilität und einer Erhöhung der Verfügbarkeit im Fehlerfall des Klappensystems gibt Veranlassung dazu, über Lösungen für Klappensysteme nachzudenken, bei denen eine wellenmechanische Verbindung der Klappenantriebe mit einer Transmissionswelle nach dem Vorbild der Fig. 1 aus den eingangs geschilderten Nachteilen ausgeschlossen wird. Es wird eine Verbesserung der bekannten Klappensysteme angestrebt, die (nach den Figuren 3 bis 7) einzelne Antriebe 4, 41 bis 44 berücksichtigt, die an der betreffenden Klappe (Vorder- und / oder Hinterkantenklappe 2, 3) mechanisch gekoppelt sind, um deren Bewegung respektive Veränderung in eine gewünschte 30 aerodynamische Klappenstellung während des Fluges (vordergründig zugunsten der Auftriebserhöhung des Flugzeuges beim Start oder bei der Landung durch Beeinflussung der Strömungsverhältnisse am Tragflügel 1) umzusetzen.

Diese Einzelantriebe werden dermaßen synchronisiert, dass in allen Flugsituationen ein tragflügelspannweitig differenzierter Klappenausschlag als auch ein gleich großer Klappenausschlag am linken und rechten Tragflügel 1 möglich wird.

5 So wird in den Figuren 6 und 7 jeweils ein Systemdesign für Einzelantriebe einer Klappe (Vorder- oder Hinterkantenklappe 2, 3) vorgestellt, das Bestandteil eines am Tragflügel 1 installierten Klappensystems ist. Dieser Anordnung von zwei Antrieben 41, 42, die mit einem Stellmotor 9 ausgeführt werden, wird man in den Figuren 3 bis 5 wiederholt begegnen, welche denkbare Ausführungen für ein Klappensystem am (an den) Tragflügel(n) 1 repräsentieren.

10

Eine Ausführung der Erfindung wird in der Fig. 7 dargestellt. Sie umfasst einen ersten Antrieb 41 und einen zweiten Antrieb 42 an einer Klappe (Vorder- und / oder Hinterkantenklappe 2, 3), die in diesem Fall nicht mechanisch gekoppelt sind und daher bei der Klappenverstellung untereinander elektrisch synchronisiert werden müssen. Beide Antriebe 41, 42 sind mit einer (flugzeugintern positionierten) zentralen Klappensteuerungseinheit über Signal- oder Steuerleitungen (über Datenleitungen) informationstechnisch verbunden. Die Antriebe 41, 42 werden durch die Klappensteuerungseinheit einzeln angesteuert. Da eine Verzweigung dieser Leitungsverbindung (aus welchen Gründen auch immer) denkbar wäre, wird davon ausgegangen, dass (aus Gründen der versorgungszuverlässigen Übertragung von Informationen, hier: Stellsignale) eine direkte Ansteuerung des einzelnen Antriebs

20 41 und / oder 42 durch diese Klappensteuerungseinheit erfolgen wird. Außerdem ist die genannte Klappensteuerungseinheit mit einer (flugzeugintern positionierten) zentralen Flugsteuerungseinrichtung verbunden, die während des Fluges mit aktuellen Flugdaten versorgt wird und nach einem geschehenen Soll / Ist-Vergleich der aktuellen Flugdaten mit vorgegebenen Flugdaten, worauf nicht näher eingegangen wird, in Abhängigkeit des Ergebnisses des erfolgten Vergleichs entsprechende

25 Stellinformationen zur Veränderung der aktuellen Flugsituation ableitet, die der Klappensteuerungseinheit transferiert werden. Letztere wird die erhaltenen Stellinformationen in entsprechende Stellsignale umsetzen, die den einzelnen Antrieb 41, 42 (respektive den Stellmotor 9 des Antriebs 41, 42) mit einem Stellbefehl erreichen werden, der daraufhin durch die mechanische Kopplung des Motors mit der Klappe letztere in die gewünschte Klappenstellung fahren wird. Ein

30 Übersichtsschaltbild, aus welchem die leitungsbezogene (informationsübertragene) Verbindung der (zentralen) Flugsteuerungseinrichtung und der Klappensteuerungseinheit mit einem (allgemein bezeichneten) Antrieb 4 anschaulich wird, vermittelt allgemein die Fig. 3, nach deren Vorbild die entsprechenden Leitungsverbindungen zur Ansteuerung eines einzelnen Antriebs 4, 41 bis 44 nach den Figuren 3 bis 7 realisiert werden.

35

An dieser Stelle wird erwähnt, dass die zentral gelegene Flugsteuerungseinrichtung und die zentral gelegene Klappensteuerungseinheit (jeweils) mit redundanten Steuerungsrechnern realisiert sind.

Es besteht die Möglichkeit, dass mehrere dezentral gelegene Klappensteuerungseinheiten, die ebenfalls mit einem Steuerungsrechner realisiert und flugzeug- oder tragflügelintern nahe der Klappenvorder- oder -hinterkante gelegen angeordnet sind, mit der zentralen

5 Klappensteuerungseinheit verbunden sind.

Auch lässt sich vorstellen, dass die einzelne dezentrale Klappensteuerungseinheit in dem Antrieb 4 integriert ist.

10 Da (auf alle Ausführungen nach den Figuren 3 bis 7 bezogen) beabsichtigt wird, die erwähnten Stellinformationen und Stellsignale / Stellbefehle in elektronischer Form zu transferieren, werden beispielsweise alle Leitungsverbindungen mit digitalen Datenleitungen ausgeführt, wobei dann der Steuerteil der Antriebe 4, 41 bis 44 ebenfalls befähigt ist, die erhaltenen digitalisierten Informationen und Signale zu verarbeiten und über den mechanischen Antriebsteil zur Veränderung der Klappenstellung zu übertragen. Andererseits besteht die Möglichkeit, die erwähnten Stellinformationen und Stellsignale / Stellbefehle analog über Steuer- und Signalleitungen zu transferieren, die dann vom Steuerteil jener Antriebe 4, 41 bis 44, entsprechend verarbeitet werden.

15

Wie bereits angedeutet - werden die Antriebe 4, 41 bis 44 (auf alle Ausführungen bezogen) jeweils 20 einen Drehantrieb aufweisen, der aus einem Stellmotor 9, einem Stellgetriebe und (für die Antriebsfunktion entsprechenden) Zusatzeinrichtungen besteht. Der verwendete Stellmotor 9 kann ein Schrittmotor sein, dessen erzeugtes Motordrehmoment mit gesteuerter Stellgeschwindigkeit auf die drehbeweglich gelagerte Welle 6 übertragen wird. Es kann ein elektrisch oder elektronisch 25 angesteuerter Motor (Gleichstrom-Motor) eingesetzt werden, der eben von der betreffenden Klappensteuerungseinheit angesteuert wird.

30 Zurückkommend auf das Systemdesign mit zwei Einzelantrieben (einzelnen Antrieben 41, 42) nach der Fig. 7 bleibt zu erwähnen, dass beabsichtigt wird, die beiden Antriebe 41, 42 separat und elektronisch anzusteuern.

35 Es besteht auch die Möglichkeit, dass man der einzelnen Vorder- und / oder Hinterkantenklappe 2, 3 mehr als (nur) zwei Antriebe 41, 42 mechanisch koppelt, sofern man das Risiko einer nicht umsetzbaren Klappenveränderung in Grenzen halten möchte und der unvorhersehbare Ausfall eines ersten und zweiten Antriebs 41, 42 gleichermaßen bedacht wird. Dann wird auch jeder weitere (neben dem zweiten Antrieb 42) installierte Antrieb vordergründig als redundanter Antrieb zu dem angegebenen Zweck benutzt werden.

Ferner berücksichtigt das vorgestellte Systemdesign, dass mindestens zwei Antriebe 41, 42 (also: mit Motoren ausgestattete Einzelantriebe) eine Antriebsstation 5 bilden, wobei die Antriebe 41, 42 der zentralen Klappensteuerungseinheit oder der betreffend zugeordneten dezentralen Klappensteuerungseinheit leitend [und vorzugsweise direkt] verbunden sind, welche in der

5 Hauptsache synchron (oder denkbar auch wahlweise) ansteuerbar sind.

Nach der Fig. 6 sind der erste und der zweite Antrieb 41, 42 (wie auch jeder weitere installierte Antrieb) über eine drehbeweglich gelagerte Welle 6, die als Torsionswelle verwendet wird, wellenmechanisch verbunden. Damit wird eine Möglichkeit geschaffen, dass bei einem Ausfall (oder

10 einer Störung) des ersten Antriebs 41 somit der verbleibende zweite Antrieb 42 (oder denkbar ein weiterer Antrieb) die betreffende wellenmechanisch gekoppelte Klappe (Vorder- und / oder

Hinterkantenklappe 2, 3) mit reduzierter Geschwindigkeit antreiben kann. Es wird hinzugefügt, dass entsprechend dem Vorbild nach der Fig. 6 vorgesehen wird, der drehbeweglich gelagerten Welle 6

15 eine auf der Welle angeordnete (elektrisch oder elektronisch ansprechbare) Wellenbremse 10 zu installieren, die zwischen dem ersten und dem zweiten Antrieb 41, 42 positioniert ist und der

zentralen oder der betreffenden dezentralen Klappensteuerungseinheit leitend [und direkt] verbunden ist. Allgemein betrachtet wird, wie auch in der Fig. 4 dargestellt, also vorgesehen, dass diese

Wellenbremse 10 immer zwischen zwei benachbarten (und hier: einer Hinterkantenklappe 3

mechanisch gekoppelten) Antrieben 41, 42 positioniert ist. Diese Wellenbremse 10 wird als

20 Führungsbremse eingesetzt, an der ein Sensor 11 [Positionssensor] auf der Welle 6 installiert ist, welcher zur Beobachtung der Wellenlage und der Veränderungen der Drehbewegung der Welle 6 eingesetzt wird. Die Sensorlage wird in den Figuren 6 und 7 mit einem Pfeil angedeutet, welche sich auf alle übrigen Ausführungen nach den Figuren 3 bis 5 übertragen lässt. Die leitende Verbindung des Sensors 11 mit der zentralen oder betreffenden dezentralen Klappensteuerungseinheit beruht darauf,

25 dass mit dem Sensor 11 eine Erfassung der Lage der Welle 6 und deren Drehbewegung (Kraftübertragung in Transmissionen) sensitiv vorgenommen und [nach geschehener (digitaler) Signalwandlung] eine informationstechnisch Übermittlung an die angeschlossene Klappensteuerungseinheit aktuell übermittelt wird. Letztere versorgt (daraufhin) über den Leitungsweg die Flugsteuerungseinrichtung mit aktuellen Zustandsinformationen, die im Störungsfall (daraufhin) das Fehlverhalten der Welle 6 rechentechnisch erfasst, auswertet und entsprechende

30 Stellinformationen zur Kompensation und Beseitigung der Störung an die zentrale Klappensteuerungseinheit übermittelt, die bei direktem Anschluss der Antriebe 41 bis 44 der entsprechenden Antriebsstation 5 (daraufhin) entsprechende Stellbefehle zu Kompensation und Beseitigung der Störung umsetzt und auf dem Leitungsweg den betreffenden Antrieben 41, 42 (nach

35 den Figuren 3 bis 6) als auch den Antrieben 43, 44 (nach den Figuren 3 und 5) der entsprechenden Antriebsstation 5 setzt.

Anderenfalls wird die entsprechende Stellinformation zur Kompensation und Beseitigung der Störung über die zentrale Klappensteuerungseinheit der (oder den) betreffenden dezentralen Klappensteuerungseinheit(en) zugeleitet, die (daraufhin) den betreffenden Antrieben 41 bis 44 der entsprechenden Antriebsstation 5 das entsprechende Stellsignal zur Kompensation und Beseitigung

5 der Störung (Veränderung der Wellen-Störsituation) setzen wird (werden).

Hinsichtlich aller Ausführungen nach den Figuren 3 bis 7 wird allgemein – auf das gestörte Verhalten eines Antriebs 41 bis 44 bezogen – dargestellt, dass ein Ernstfall, der beispielsweise ein Verkanten zweier benachbarter Hinterkantenklappen 3 (nach den Figuren 3 bis 5) voraussetzen würde, zu einem

10 Abschalten der Antriebe 41, 42 und 43, 44 zweier benachbarter Antriebsstationen 5 führen wird. Da aber - ausgenommen dem ersten Antrieb 41 - der zweite Antrieb 42 oder ein weiterer Antrieb einer Antriebsstation 5 als ein redundanter Antrieb eingesetzt ist, besteht die Möglichkeit, mit diesem redundanten Antrieb ein Verkanten der wellenmechanisch gekoppelten einzelnen Vorder- oder Hinterkantenklappe 2, 3 zu korrigieren, sofern eine Störung oder ein Ausfall des ersten Antriebes 41 vorliegt.

15

Zurückkommend auf die Fig. 3 vermittelt diese Darstellung einen linken Tragflügel 1, dem an der Tragflügelhinterkante eine Antriebsstation 5 und eine Klappenkörpergruppe 23 installiert ist. Es wird eine nahe der Wurzel des Tragflügels 1 gelegene Antriebsstation 5 gezeigt, die einen ersten und 20 einen zweiten Antrieb 41, 42 (Einzelantriebe) aufweist, welche der Hinterkantenklappe 3 mechanisch gekoppelt und über eine drehbeweglich gelagerte Welle 6 (Torsionswelle) mechanisch verbunden sind. Neben dieser Antriebsstation 5 an Hinterkantenklappe 3 ist in Spannweitenrichtung betrachtet eine entfernt der Wurzel des Tragflügels 1 gelegene Klappenkörpergruppe 23 angeordnet. Letztere umfasst eine drehbewegliche Welle (Torsionswelle), der wellenendseitig jeweils ein Antrieb 43, 44 25 installiert ist. Der einzelne Antrieb 43, 44 ist der Welle 6 wellenmechanisch verbunden und der betreffenden Hinterkantenklappe 3 mechanisch gekoppelt. Dieser Hinterkantenklappe 3 sind zwei Führungsgetriebe 8 zugeordnet, die der Welle 6 mechanisch verbunden sind. Diese beiden Führungsgetriebe 8 sind zueinander und den Antrieben 43, 44 (definiert) beabstandet angeordnet. Die 30 Ansteuerung der Antriebe 43, 44 wird nach dem vorher beschriebenen Vorbild (nach der Ausführung für einen ersten Antrieb 41 und einen zweiten Antrieb 42) umgesetzt.

In der Fig. 4 werden mehrere nebeneinander positionierte Antriebsstationen 5 an der Flügelhinterkante eines linken und eines rechten Tragflügels 1 gezeigt, deren integrierte Antriebe 41, 42, die der betreffenden Hinterkantenklappe 3 mechanisch gekoppelt sind, nach dem geschilderten Vorbild (einer einzelnen Antriebsstation 5 – nach der Fig. 6) über eine drehbeweglich gelagerte Welle 6 (Torsionswelle) mechanisch verbunden sind.

Auch hier wird die Ansteuerung des ersten und des zweiten Antriebs 41, 42 der betreffenden Antriebsstation 5 nach dem vorbeschriebenen Vorbild umgesetzt. Außerdem wird der Betrachter an der Flügelvorderkante des linken und rechten Tragflügels 1 mehrere nebeneinander gelegene Vorderkantenklappen 2 erblicken, deren bewegliches Verfahren (bewegliche Veränderung) über

5 mehrere zueinander beabstandete (nicht bezifferte) Führungsgetriebe, die einer Transmissionswelle 7 (Welle zur Übertragung der Antriebsenergie) wellenmechanisch verbunden und den gegenüberstehenden Vorderkantenklappen 2 wellenmechanisch gekoppelt sind, umgesetzt wird. Diese Transmissionswelle ist wellenmechanisch an eine zentrale Kraftübertragungseinheit (PCU) gekoppelt, wie eingangs hinsichtlich der bekannten Lösungen erläutert.

10

In der Fig. 5 wird der Betrachter an der Flügelhinterkante des (linken) Tragflügels 1 die vorher beschriebene Anordnung nach der Fig. 3 mit der Antriebsstation 5 und der Klappenkörpergruppe 23 entdecken, weshalb sich weitere Erläuterungen erübrigen. An der Flügelvorderkante dieses

15

Tragflügels 1 sind zwei Klappenkörpergruppen 231, 232 nebeneinander angeordnet. Eine erste Klappenkörpergruppe 231 korrespondiert mit zwei nebeneinander gelegenen Vorderkantenklappen 2, die nahe der Tragflügelwurzel verfahren werden. Diese Klappenkörpergruppe 231 umfasst ebenso eine drehbeweglich gelagerte Welle 6 (Torsionswelle), der wellenendseitig jeweils ein Antrieb 43, 44 installiert ist. Der wellenendseitig angeordnete Einzelantrieb ist der Welle 6 wellenmechanisch verbunden und der betreffenden Vorderkantenklappe 21, 22 mechanisch gekoppelt. Weiterhin

20

umfasst diese Klappenkörpergruppe 231 zwei Führungsgetriebe 8, die zueinander im (definierten) Wellenabstand mit der Welle 6 mechanisch verbunden und der entsprechenden Vorderkantenklappe 21, 22 mechanisch gekoppelt sind. Diese Führungsgetriebe 8 besitzen außerdem einen (definierten) Wellenabstand zum wellenendseitig positionierten Antrieb 43, 44, welcher einem Klappen-

25

Randbereich, der nahe einer Klappenseite, die sich in Richtung der Profiltiefe der betreffenden Vorderkantenklappe 21, 22 erstreckt, mechanisch gekoppelt ist, wobei ein dritter Antrieb 44 einem nahe der Tragflügelwurzel befindlichen Klappen-Randbereich einer ersten Vorderkantenklappe 21 (Slat 1) und ein vierter Antrieb 44 einem entfernt der Tragflügelwurzel befindlichen Klappen-Randbereich der nebenelegenen zweiten Vorderkantenklappe 22 (Slat 2) gekoppelt ist.

30

Der Vollständigkeit wird erwähnt, dass die in Richtung der Profiltiefe des Tragflügels 1 sich erstreckenden und nebeneinander gelegenen Klappenseiten der ersten und zweiten Vorderkantenklappe 21, 22 zueinander beabstandet sind, so dass ein ungehindertes Verfahren der Vorderkantenklappen 21, 22 gewährleistet wird.

35

Die zweite Klappenkörpergruppe 232 besitzt einen der ersten Klappenkörpergruppe 231 ähnlichen Aufbau, die mit zwei weiteren Führungsgetrieben 8 ergänzt wird. Letztere sind im Wellenabstand mit der Welle 6 mechanisch verbunden und einer weiteren dritten Vorderkantenklappe 24 (Slat 4) mechanisch gekoppelt, die der ersten und zweiten Vorderkantenklappe 21, 22 (Slat 3, Slat 5)

5 zwischengeordnet und diesen klappen(rand)seitig nebengelegen ist. Außerdem sind diese weiteren Führungsgetriebe 8, die der dritten Vorderkantenklappe 23 mechanisch gekoppelt sind, dem betreffenden Führungsgetriebe 8, das der ersten und zweiten Vorderkantenklappe 21, 22 mechanisch gekoppelt ist, im (definierten) Wellenabstand beabstandet angeordnet.

10

Nach den beispielhaften Erläuterungen der Figuren 3 bis 7 werden folgende abschließende Betrachtungen gegeben. Im Gegensatz zu den bekannten Landeklappensystemen nach den Figuren 1 und 2 und (dem figürlich nicht dargestellten) Landeklappensystem für ein Flugzeug vom Typ: „DC9“ und „DC10“ wird ein verbessertes Landeklappensystem am Tragflügel 1 eines Starrflügel-Flugzeuges mit elektronisch synchronisierten Antrieben 41 bis 44 (Einzelantrieben) an den Landeklappen vorgeschlagen. Bei dieser Systemlösung nach den Figuren 3 bis 7 wird jede Klappe des Landeklappensystems einzeln angesteuert, so dass sowohl ein spannseitig differenzierter Ausschlag als auch ein zwischen dem linken und rechten Tragflügel 1 des Flugzeuges unterschiedlicher Ausschlag möglich wird. Eine Kopplung mehrerer Klappen 41 bis 44 auf einer Tragflügelhälfte ist

20 weiterhin möglich und unabhängig von der jeweiligen Flügelkonfiguration. Eine denkbare Ausführung für ein Landeklappensystem mit Einzelantrieben wird in Fig. 4 für die Hinterkantenklappen (Flap 1, Flap 2) des linken Tragflügels angegeben, die man gleichermaßen (spiegelbildlich) am rechten Tragflügel vorfinden wird. Die Darstellung nach der Fig. 5 zeigt eine weitere denkbare Konfiguration mit Einzelantrieben für Vorder- und Hinterkantenklappen, wobei mehrere Klappen mechanisch

25 gekoppelt sind. Die Antriebe an den einzelnen Antriebsstationen 5 einer Klappe nach den Figuren 6 und 7 können sowohl über eine Torsionswelle mechanisch gekoppelt (Fig. 6) oder auch rein elektronisch synchronisiert (Fig. 7) sein. Die Synchronisation der Antriebe auf einer Klappe kann elektronisch oder mechanisch erfolgen. Die Synchronisation zwischen den Klappen des linken und rechten Tragflügels wird elektronisch erfolgen. Die Funktion der Überwachung und Synchronisation

30 wird dabei von einer zentralen Klappensteuerungseinheit (einem zentralen Steuerrechner) als auch (denkbar) über dezentral angeordnete Klappensteuerungseinheiten (mehrere verteilte Steuerrechner) erfolgen. Die Verwendung von sogenannten „Smart Aktuatoren“ mit lokaler Überwachungs- und Steuerungsfunktion ist ebenfalls denkbar.

35 Die Vorteile der einzeln angetriebenen Klappensysteme liegen (in der Hauptsache) darin, dass diese Klappensysteme sich durch eine höhere Funktionsflexibilität und eine Erhöhung der Verfügbarkeit (im Fehlerfall) auszeichnen, wobei außerdem eine Reduktion des Installationsaufwandes durch den Wegfall des komplexen „Shaft Routing“ durch den Flugzeugrumpf eintreffen wird.

Wegen dem Wegfall der langen Transmissionswellen wird eine Reduzierung der dynamischen Probleme am Flugzeugkörper verzeichnet werden, wobei weniger Reibung auftreten und korrelierend ein geringerer Leistungsbedarf eintreffen wird. Auch wird eine verbesserte Wartbarkeit und eine (im Störungsfall) einfachere Fehlerlokalisierung bei derart gestalteten Klappensystemen gesehen.

5

Mit dem vorgestellten Klappensystem-Design wird eine konkrete Umsetzung und eine detaillierte Auslegung des Landeklappensystems, gerade unter dem Aspekt der elektrischen / elektronischen Kontrolle der Positionierung einzelner Klappen zwecks Realisierung eines Gleichlaufs bei der Positionierung aller Klappen an der Flügelvorder- und hinterkante oder einer gewünschten

10 unterschiedlichen Positionierung der einzelnen Klappen, greifbare Realität, was bei konventionellen Klappensystemen nicht möglich sein wird.

Patentansprüche

1. Klappensystem am Tragflügel eines Starrflügel-Flugzeuges, das von einer flugzeuginternen Flugsteuerungseinrichtung zentral überwacht wird, die während des Fluges mit aktuellen Flugdaten versorgt wird und in Abhängigkeit dieser Daten entsprechende Stellinformationen zur Veränderung von am Tragflügel (1) angeordneten Vorder- und Hinterkantenklappen (2, 3) ableitet, welche mit wenigstens einer zentralen Klappensteuerungseinheit leitend verbunden ist, bei dem alle Vorder- und Hinterkantenklappen (2, 3), die an der Flügelvorder- und Flügelhinterkante des Tragflügels (1) beweglich angebracht sind, mit flügelintegrierten Antrieben (4, 41 bis 44) mechanisch gekoppelt sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe (4, 41 bis 44) mit der Klappensteuerungseinheit leitend verbunden sind und durch letztere einzeln ansteuerbar sind.

2. Klappensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Antriebe (41, 42) eine Antriebsstation (5) bilden, die der Klappensteuerungseinheit leitend verbunden sind und synchron oder wahlweise ansteuerbar sind, wobei die Antriebe (41, 42) jeweils einer einzelnen Vorder- und Hinterkantenklappe (2, 3) mechanisch gekoppelt sind.

5

3. Klappensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe (41, 42) einer einzelnen Antriebsstation (5) über eine drehbeweglich gelagerte Welle (6) mechanisch verbunden sind.

10 **4. Klappensystem** nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe (43, 44) mehrerer nebeneinander gelegener und in Spannweitenrichtung des Tragflügels (1) angeordneter Vorder- oder Hinterkantenklappen (2, 3), die eine Klappenkörpergruppe (23) bilden, gemeinsam über eine drehbeweglich gelagerte Welle (6) mechanisch verbunden sind.

15

5. Klappensystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Vorder- und Hinterkantenklappe (2, 3) wenigstens ein Führungsgetriebe (8) zugeordnet ist, das im Wellenabstand mit der Welle (6) mechanisch verbunden und der einzelnen Vorder- und Hinterkantenklappe (2, 3) mechanisch gekoppelt ist.

20

6. Klappensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Antrieb (43, 44) einer nahe und einer entfernt der Wurzel des Tragflügels (1) angeordneten Vorder- oder Hinterkantenklappe (2, 3) mechanisch gekoppelt ist, wobei die Führungsgetriebe (8) denjenigen Vorder- oder Hinterkantenklappen (2, 3) mechanisch gekoppelt sind, die nebeneinander gelegen der nahe oder entfernt gelegene Vorder- und Hinterkantenklappe (2, 3) angeordnet sind und in Spannweitenrichtung des Tragflügels (1) die Klappenkörpergruppe (23) komplettieren.

25

7. Klappensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe (4, 41 bis 44) jeweils mit einem Drehantrieb realisiert sind, der aus einem Stellmotor (9), einem Stellgetriebe und Zusatzeinrichtungen integriert ist.

30

8. Klappensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellmotor (9) ein Schrittmotor ist, dessen erzeugtes Motordrehmoment mit gesteuerter Stellgeschwindigkeit auf die drehbeweglich gelagerte Welle (6) übertragen wird.

35

9. Klappensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellmotor (9) ein elektrisch oder elektronisch angesteuerter Motor ist, der von der Klappensteuerungseinheit angesteuert wird.

10. **Klappensystem** nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zentralen Klappensteuerungseinheit (mit integriertem zentralem Rechner nach Anspruch 17) mehrere dezentral angeordneten Klappensteuerungseinheiten leitend verbunden sind, wobei die einzelne dezentrale Klappensteuerungseinheit dem jeweiligen Antrieb (4, 41 bis 44) zugeordnet und diesem 5 leitend verbunden ist.

11. **Klappensystem** nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dezentralen Klappensteuerungseinheiten tragflügelintern und nahegelegen der Klappenvorder- und / oder - hinterkante der Vorder- und / oder -hinterkantenklappe angeordnet ist.

10

12. **Klappensystem** nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dezentrale Klappensteuerungseinheit den Antrieben 4 integriert ist.

13. **Klappensystem** nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der drehbeweglich gelagerten Welle (6), die den Antrieben (41, 42), die im Wellenabstand nebeneinander angeordnet und wellenmechanisch verbunden sind, eine am Wellenumfang angeordnete Wellenbremse (10) installiert ist, die zwischen zwei benachbarten Antrieben (41, 42) positioniert ist und der zentralen oder dezentralen Klappensteuerungseinheit leitend verbunden ist.

20

14. **Klappensystem** nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Wellenbremse (10) zu den Antrieben (41, 42) definiert ist.

25

15. **Klappensystem** nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenbremse (10) eine Führungsremse ist, an der ein optischer Sensor (11) installiert ist, der mit der dezentralen Klappensteuerungseinheit leitend verbunden ist und nahe der Welle (6) angeordnet ist und zur Beobachtung der Wellenlage und der Veränderungen der Drehbewegung der Welle (6) eingesetzt wird.

30

16. **Klappensystem** nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ausgenommen einem erster Antrieb (41) ein zweiter Antrieb (42) oder ein weiterer Antrieb der Antriebsstation (5) ein redundanter Antrieb ist, mit dem ein Verkanten der wellenmechanisch gekoppelten einzelnen Vorder- oder Hinterkantenklappe (2, 3) korrigiert wird, sofern eine Störung oder ein Ausfall des ersten Antriebes (41) vorliegt.

35

17. **Klappensystem** nach den Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Klappensteuerungseinheit und / oder die dezentrale Klappensteuerungseinheit jeweils mit einem Steuerungsrechner realisiert ist, der befähigt ist, eine Überwachung und eine synchrone Ansteuerung der Antriebe auf einer Vorder- oder Hinterkantenklappe (2, 3) umzusetzen.

18. Klappensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die leitenden Verbindungen mit Steuer- oder Signalleitungen, vorzugsweise digitalen Datenleitungen, ausgeführt sind.

Zusammenfassung

Klappensystem am Tragflügel eines Starrflügel-Flugzeuges

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Klappensystem am Tragflügel eines Starrflügel-Flugzeuges entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Mit ihr wird eine Erhöhung der Verfügbarkeit der Klappenfunktionen, die von einer höheren Funktionsflexibilität des Klappensystems begleitet wird, umgesetzt wird.

10

Das Klappensystem wird von einer flugzeuginternen Flugsteuerungseinrichtung zentral überwacht, die während des Fluges mit aktuellen Flugdaten versorgt wird und in Abhängigkeit dieser Daten entsprechende Stellinformationen zur Veränderung von am Tragflügel angeordneten Vorder- und Hinterkantenklappen ableitet. Die Flugsteuerungseinrichtung ist mit wenigstens einer zentralen Klappensteuerungseinheit leitend verbunden ist. Alle Vorder- und Hinterkantenklappen sind mit flügelintegrierten Antrieben mechanisch gekoppelt, die an der Flügelvorder- und Flügelhinterkante des Tragflügels beweglich angebracht sind. Die Antriebe sind mit der Klappensteuerungseinheit leitend verbunden sind und durch letztere einzeln ansteuerbar.

15
20

Bezugszeichenliste

| | |
|---------------|--|
| 1 | Tragflügel |
| 2, 21, 22, 24 | Vorderkantenklappe (Slat) |
| 5 | 23, 231, 232 Klappenkörpergruppe |
| 3 | Hinterkantenklappe (Flap) |
| 4, 41 bis 44 | Antrieb |
| 5 | Antriebsstation |
| 6 | drehbeweglich gelagerte Welle; Torsionswelle |
| 10 | 7 Transmissionswelle |
| 8 | Führungsgetriebe |
| 9 | Stellmotor |
| 10 | Wellenbremse |
| 11 | Sensor |
| 15 | |

Fig. 1
Stand der Technik
Landeklappensystem A 340

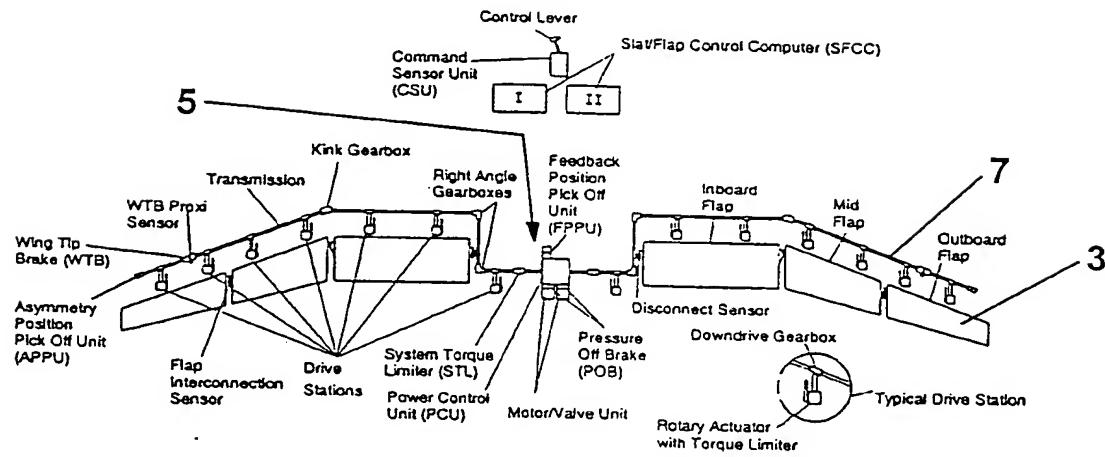
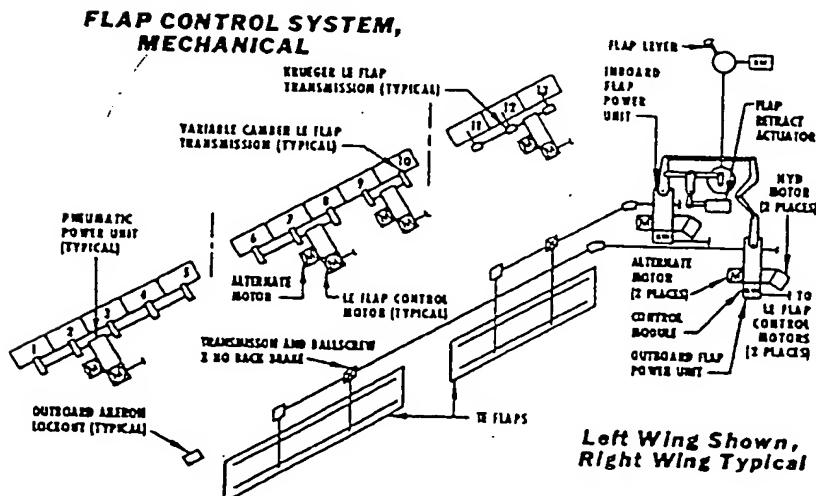


Fig. 2
Stand der Technik
Landeklappensystem B 747



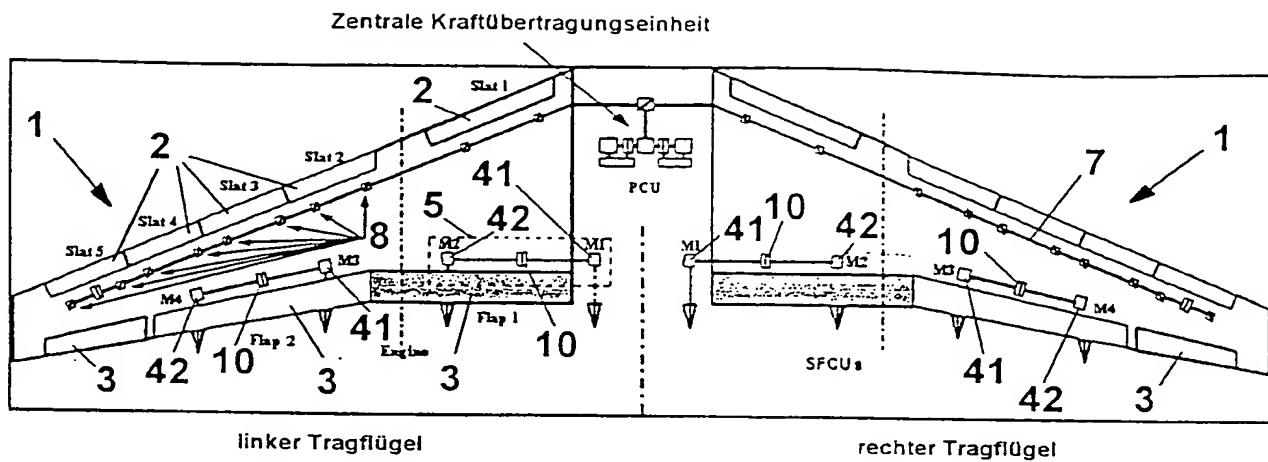


Fig. 4

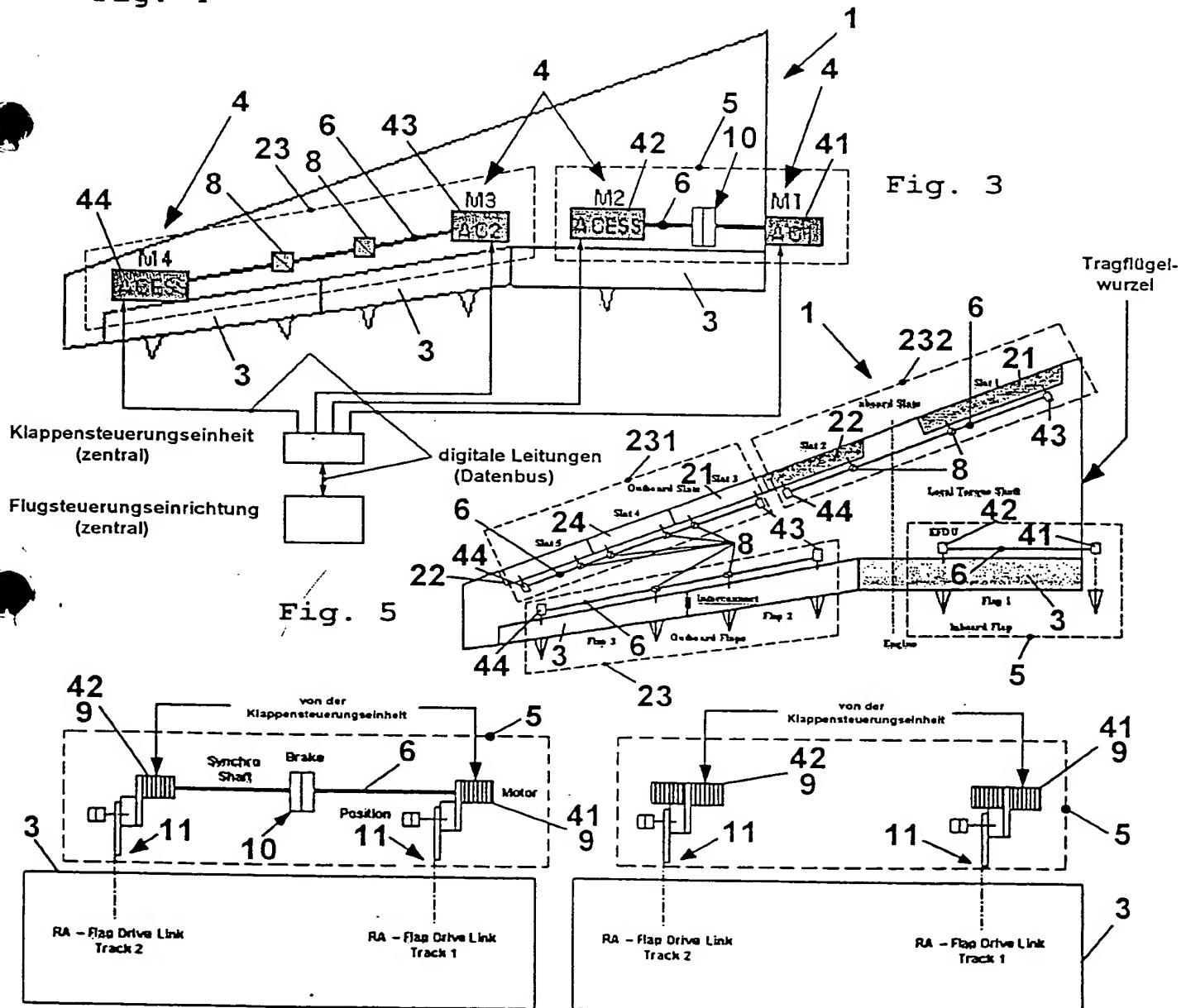


Fig. 6

Fig. 7